



**UNIVERSIDADE
E D U A R D O
MONDLANE**

Faculdade de Ciências

Departamento de Ciências Biológicas

Biologia Marinha, Aquática e Costeira

Trabalho de Culminação de Estudos

VARIANTE: TRABALHO DE INVESTIGAÇÃO

Abundância da Fauna Incrustante em Coletores Artificiais Usados para o Assentamento das Ostras (*Saccostrea cucullata* e *Pinctada capensis*) na Ilha de Inhaca, sul de Moçambique

Autor:

Léria Hilário Magaia Ngoca

Maputo, Novembro de 2024



**UNIVERSIDADE
E D U A R D O
MONDLANE**

Faculdade de Ciências

Departamento de Ciências Biológicas

Biologia Marinha, Aquática e Costeira

Trabalho de Culminação de Estudos

VARIANTE: TRABALHO DE INVESTIGAÇÃO

Abundância da Fauna Incrustante em Coletores Artificiais Usados para o Assentamento das Ostras (*Saccostrea cucullata* e *Pinctada capensis*) na Ilha de Inhaca, sul de Moçambique

Autor:

Léria Hilário Magaia Ngoca

Supervisor:

Mestre Mizeque Mafambissa

Maputo, Novembro 2024

AGRADECIMENTOS

Gratidão é o sentimento que tenho para com DEUS, pelo dom da vida, por ter permitido que eu tivesse saúde e determinação para não desanimar e também ter permitido que eu ultrapassasse todos os obstáculos encontrados ao longo da realização do presente trabalho.

Aos meus pais, Hilário E. Magaia e Victória P. Pondja, por me mostrarem o caminho da vida académica e pelo incentivo nos momentos difíceis durante a realização do trabalho. E aos meus irmãos: Samira, Dércia e Hizel que sempre estiveram ao meu lado, pelo apoio demonstrado ao longo de todo período em que me dediquei a este trabalho.

Ao meu esposo J. Van Ngoca e filha Aylla Linita V. Ngoca, por terem sido minha principal fonte de inspiração, força e motivação para concluir o trabalho.

Ao meu professor Mestre Mizeque Mafambissa, por ter sido meu orientador e ter desempenhado tal função com muita paciência e dedicação.

A todos os outros professores, pelas correções e ensinamentos que me permitiram apresentar um melhor desempenho no meu processo de formação profissional ao longo do curso.

A todos os meus colegas em especial a Adelaide, Náicima, Saddam, Élio, Adilência por compartilharem comigo momentos de aprendizado e troca de experiência.

As meninas da Team La Branca Carolina, Casimira, Olga, Fátima e Mónia pelo ambiente amistoso no qual convivemos e solidificamos os nossos conhecimentos, o que foi fundamental na elaboração deste trabalho de conclusão de curso.

Ao meu cunhado Ernesto Jr. que esteve sempre a minha disposição sempre que o solicitasse. A minha sogra, Linita Nhamussua, por ter cuidado da Aylla sempre que eu me fizesse ausente. A todos os membros da família Magaia, Pondja e Ngoca que contribuíram de alguma forma para a realização deste trabalho.

A Universidade Eduardo Mondlane, Faculdade de Ciências, Departamento de Ciências Biológicas pelo ambiente criativo e amigável que proporciona e pela oportunidade de fazer o curso.

DECLARAÇÃO DE HONRA

Declaro por minha honra que este trabalho de Licenciatura em Biologia Marinha, Aquática e Costeira é resultado da minha investigação pessoal e de orientação do meu supervisor e nunca foi apresentado para obtenção de qualquer outro grau académico ou em qualquer outra instituição, estando mencionadas nas referências bibliográficas as fontes utilizadas para a sua elaboração.

Maputo, Novembro 2024

(Léria Hilário Magaia Ngoca)

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho única e exclusivamente aos meus pais, Professor Doutor Hilário Ernesto Magaia (em memória) e Victória Paulino Pondja que são e sempre serão uma fonte inesgotável de inspiração...

RESUMO

A ostreicultura é uma atividade que se dedica ao cultivo de ostras. A principal fonte de coleta de larvas planctônicas das ostras é empregando os coletores artificiais em ambiente marinho, no entanto as estruturas dos coletores servem também como substrato para o assentamento de outros organismos incrustantes afectando o assentamento das ostras, assim sendo, deve ser compreendida suas relações com a espécie-alvo, sendo importante identificar e quantificar as espécies desses organismos incrustantes. O presente trabalho teve como objetivo avaliar a abundância da macrofauna incrustante em coletores artificiais usados para o assentamento das ostras *Saccostrea cucullata* e *Pinctada capensis* na ilha de Inhaca. O recrutamento de ostras em coletores artificiais pode proporcionar uma alternativa de manejo sustentável fornecendo subsídios para o cultivo em cativeiro, permitir um melhor entendimento dos fenômenos biológicos que ocorrem entre as espécies cultivadas e a fauna incrustante. A experiência decorreu nos meses de Janeiro a Dezembro de 2021, a amostragem foi efectuada em quatro pontos nomeadamente: Bângua, Sangala, Ponta Torres e EBMI. Foram montadas 160 unidades de tijoleiras distribuídas pelos quatro pontos, mensalmente eram retiradas 10 tijoleiras para cada área para identificação das espécies macrofauna incrustante que se assentavam. A composição específica foi determinada com base nos registos de espécies, para obtenção da densidade foram calculadas as médias com base nos dados de frequência e para o cálculo da diversidade foram calculados os índices de diversidade de Shannon Wiener e Sipmson. Foram registadas 28 espécies (estimadas em 213 indivíduos) distribuídas em 24 famílias, à família Neritidae foi a mais representada com um número de quatro espécies. Os coletores artificiais de ambas as ostras apresentaram um índice de diversidade de Shannon de 2.33, tendo sido identificadas 14 espécies em total de 145 indivíduos para ostra *S. cucullata* e 14 espécies em total de 100 indivíduos para ostra *P. capensis*. A média de densidade de fauna incrustante foi maior para o a face rugoso da tijoleira $15,48 \pm 1,92$ e menor para a face liso $6,78 \pm 1,09$; a média por posição da tijoleira não apresentaram diferenças estatisticamente significativas; quanto ao tempo de permanência das tijoleiras na água, a espécie *S. cucullata* apresentou maior média de densidade e a *P. capensis* apresentou menor para todos os meses observados, tendo sido de $11,92 \pm 2,51$, $16,20 \pm 3,44$, $16,98 \pm 2,76$ para primeira espécie e $2,31 \pm 0,42$, $3,91 \pm 0,59$, $5,41 \pm 0,75$ para segunda.

Palavras-chave: Assentamento larval, Fauna incrustante, Coletores artificiais, Ostras *Pinctada capensis* e *Saccostrea cucullata*, Ilha de Inhaca.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Mapa ilustrando a área de estudo (Ilha de Inhaca) e os respectivos pontos de amostragens.....	16
Figura 2: Implantação dos coletores artificiais (tijoleiras) nos pontos de amostragem.	19
Figura 3: Grupos de fauna incrustante presente nos coletores artificiais das ostras <i>Saccostrea cucullata</i> (acima) e <i>Pinctada capensis</i> (abaixo).	24
Figura 4: Riqueza específica dos coletores artificiais das Ostras <i>P. capensis</i> e <i>S. cucullata</i> .25	
Figura 5: Médias de densidades por espécie de ostras e face do substrato (rugoso ou liso). ..	26
Figura 6: Médias de densidades por espécie de ostra e pela posição dos coletores artificiais (acima ou abaixo).....	27
Figura 7: Médias de densidades por espécie de ostra em relação ao tempo de permanência dos coletores artificiais na água.....	27

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Composição específica da fauna incrustante nos coletores artificiais das ostras <i>P. capensis</i> e <i>S. cucullata</i>	22
--	----

ÍNDICE

AGRADECIMENTOS	i
DECLARAÇÃO DE HONRA.....	ii
DEDICATÓRIA	iii
RESUMO.....	iv
LISTA DE FIGURAS.....	v
LISTA DE TABELAS.....	v
I. INTRODUÇÃO.....	8
1.1. Problema.....	9
1.2. Justificativa.....	10
II. OBJECTIVOS	11
2.1. Geral.....	11
2.2. Específicos	11
III. HIPÓTESES	12
IV. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	13
4.1. Características gerais das Ostras	13
4.2. <i>Pinctada capensis</i> e <i>Saccostrea cucullata</i>	13
4.3. Fauna Incrustante (bioincrustação)	14
4.4. Colectores Artificiais.....	15
V. ÁREA DE ESTUDO	16
VI. MATERIAL E METODOLOGIA.....	18
6.1. Lista de Material.....	18
6.2. Metodologia	18
VII. ANÁLISE DE DADOS	20
VIII. RESULTADOS.....	22
8.1. Composição específica da macrofauna incrustante em colectores artificiais das Ostras <i>Pinctada capensis</i> e <i>Saccostrea cucullata</i>	22

8.2. Diversidade da macrofauna incrustante em colectores artificiais das Ostras <i>Pinctada capensis</i> e <i>Saccostrea cucullata</i>	24
8.3. Densidade e abundância da macrofauna incrustante em colectores artificiais das Ostras <i>P. capensis</i> e <i>S. cucullata</i>	25
IX. DISCUSSÃO	28
X. CONCLUSÃO.....	32
XI. RECOMENDAÇÕES	33
XII. CONSTRANGIMENTOS	33
XIII. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	34

I. INTRODUÇÃO

A aquacultura é o cultivo de animais e plantas de água doce e do mar, em ambiente controlado para o consumo humano (Barnaby, 2006; Mmochi, 2015). Mundialmente esta actividade tem apresentado um crescimento médio anual de 8.8% (FAO, 2012). Em África a produção é de cerca de 2.2 milhões de toneladas/ano (FAO, 2020). A nível nacional, o potencial produtivo total para a produção da aquacultura é estimado em cerca de 4.000.000 Tons/ano, dos quais cerca de 2.000.000 Ton/ano para a produção de peixe em águas interiores, e 2.000.000 Ton/ano para produção de espécies marinhas (IDEPA, 2021).

Um dos ramos da aquacultura é a malacocultura que se dedica especificamente ao cultivo de moluscos bivalves (Gosling, 2015). A classe bivalvia pertence ao filo Mollusca e é uma das maiores classes do filo, este grupo inclui animais diversos como amêijoas, mexilhões, conquilhas e as ostras (Perreira e Bata, 2006; Loureiro, 2010). Os bivalves têm uma distribuição cosmopolita, organismos pertencentes a esta classe podem ser encontrados em ambiente de água salgada, doce ou ainda em estuários, sendo na sua maioria marinha (Moore, 2006).

Em Moçambique, os bivalves ocorrem ao longo de toda costa e nas zonas entre marés, associadas à areia, rochas, ervas marinhas e mangais (Hongana, 2007). Das espécies mais exploradas no nosso país destacam-se a *Perna perna* (mexilhão) que ocorre na zona sul, a amêijoia *Meretrix meretrix* que ocorre no Delta do Zambeze e na Baía de Maputo (Scarlet, 2005; MITADER, 2013), *Pinctada imbricata* que ocorre na costa da província de Inhambane (MITADER, 2007), *Saccostrea cucullata* que ocorre na ilha de Inhaca e no parque nacional dos Quirimba (Jensen, 2006) e a *Eumarcia paupercula* que ocorre na Baía de Maputo (Scarlet, 2005).

Dentre os bivalves, destacam-se as ostras que são recursos pesqueiros importantes para as comunidades costeiras por representarem uma importante fonte de proteína, vitaminas, carboidratos, lípidos e sais minerais, importantes na regulação de funções orgânicas (Christo, 2006; Adams *et al.*, 2019), para além da importância nutricional, a sua concha é usada na indústria como matéria-prima na fabricação de diversos produtos industriais e medicinais, bem como na produção de artigos de ornamentação, servindo como fonte de rendimento (Christo, 2006).

Devido ao rápido crescimento dessas comunidades costeiras, o consumo de moluscos bivalves tem aumentado nos últimos anos e a prática da ostreicultura serve como uma alternativa para a grande demanda (Marenzi e Westphal, 2011). De tal forma que ocorre no meio natural, durante o processo da actividade da ostreicultura, as outras espécies de organismos incrustantes associam-se as ostras fixando-se nas estruturas do cultivo e ou sobre as ostras (Rocha *et al.*, 2007; Ferreira *et al.*, 2017).

As espécies incrustantes competem com as ostras, influenciando de forma negativa ao reduzir seu desenvolvimento pela competição por espaço e alimento, além de comprometerem o aspecto das conchas (Marenzi e Westphal, 2011). A macrofauna incrustante que se associa as ostras em coletores artificiais inclui representantes de grupos taxonómicos como poríferos, hidrozoários, poliquetas (família sabellidae e sipunculidae), moluscos, crustáceos, urocordados, ascídeas (Kimani *et al.*, 2008; Kishore *et al.*, 2018).

1.1. Problema

Ao redor da ilha de Inhaca, há muitos locais compostos por rochas, que formam um habitat importante para uma variedade de espécies incrustantes, como as ostras, que ficam expostas durante a maré baixa, acima da superfície. No mesmo substrato que as ostras, logo abaixo, vivem os barnáculos e outros moluscos, que também se adaptam a esse substrato duro (UEM-EBMI, 2016).

A principal fonte de coleta de larvas planctónicas de ostras é o uso os coletores artificiais suspensos em ambiente marinho (Kimani *et al.*, 2008), no entanto, as estruturas desses coletores também servem como substrato para o assentamento de outros organismos incrustantes (Souza *et al.*, 2007) afectando o assentamento das ostras. Assim, é importante compreender suas relações com a espécie-alvo, além de identificar e listar as espécies desses outros organismos incrustantes que fixam nos coletores de ostras. Nesta perspectiva surge a necessidade de se saber:

- ✓ Quais são as espécies da fauna incrustantes que se assentam nos coletores das ostras *Saccostrea cucullata* e *Pinctada capensis*?
- ✓ Que influência a superfície do coletor artificial apresenta no assentamento das espécies da fauna incrustante?

1.2. Justificativa

Cerca de 2/3 da população moçambicana vive na zona costeira e garante sua subsistência através da exploração dos recursos pesqueiros (Hoguane, 2007). A população da ilha de Inhaca, estimada em 6.095 habitantes (INE, 2017) vive da agricultura, exploração de recursos florestais e da pesca (Pereira e Nascimento, 2016). A pesca é uma actividade extremamente importante na Ilha, sendo praticada por quase 95% da população, de forma artesanal, pelo sector familiar para subsistência (IIP, 2014). Entre os recursos pesqueiros explorados, destacam-se a fauna ictiológica, equinodermes, caranguejos e moluscos (Pereira e Nascimento, 2016), sendo que a coleta de moluscos bivalves é realizada em áreas intertidais durante a maré baixa (Boer *et al.*, 2000).

A prática da exploração de recursos intertidais na ilha de Inhaca é antiga e realizada por várias gerações há séculos (Boer e Prins, 2002). A colecta de ostras é uma das principais actividades da população local, que depende fortemente desse recurso devido à falta de alternativas para o seu abastecimento (Boer *et al.*, 2000). As ostras do gênero *Saccostrea* spp. são vulneráveis à exploração devido à sua incapacidade de escapar da predação e ao seu grande tamanho na fase de maturação (Boer *et al.*, 2000).

O recrutamento de ostras em colectores artificiais proporciona uma alternativa de manejo sustentável, oferecendo subsídios para o cultivo de ostras em cativeiro (ostreicultura), permitir um melhor entendimento dos fenómenos biológicos que ocorrem entre as espécies cultivadas e a fauna incrustante, ajudar na exploração sustentável dos recursos pesqueiros, diminuir a dependência nas fontes primárias de sobrevivência para as famílias dessa comunidade (Souza *et al.*, 2007; IIP, 2014). Com o levantamento das espécies incrustantes presentes em colectores artificiais, o presente trabalho tenciona fornecer informações relevantes em relação aos potenciais predadores e competidores das ostras em estudo. Deste modo oferecendo subsídios em informações sobre decisões de gestão de recursos relacionadas à pesca sustentável, melhoria e esforços de restauração de habitat.

II. OBJECTIVOS

2.1.Geral

- ✓ Avaliar a abundância da fauna incrustante em colectores artificiais usados para o assentamento de ostras (*Saccostrea cucullata* e *Pinctada capensis*) na ilha de Inhaca, sul de Moçambique.

2.2.Específicos

- ✓ Determinar a composição específica das espécies da fauna incrustante em colectores artificiais (tijoleiras) usados no processo de assentamento larval das ostras *Saccostrea cucullata* e *Pinctada capensis*;
- ✓ Estimar os índices de diversidade das espécies que compõem a fauna incrustante em colectores artificiais (tijoleiras) no processo de assentamento larval das ostras *S. cucullata* e *P. capensis*;
- ✓ Determinar a densidade das espécies de fauna incrustante em colectores artificiais de acordo com a face (rugoso ou liso), posição (acima ou abaixo) e tempo de permanência (meses) dos substratos usados no processo de assentamento larval das ostras *S. cucullata* e *P. capensis*.

III. HIPÓTESES

- ✓ As ervas marinhas proporcionam um habitat estrutural complexo e condições de agrupamentos de fauna ambiental mais adequada do que habitat costeiro rochoso (Vonk *et al.*, 2010). Habitats estruturalmente complexos normalmente suportam assembleias faunísticas densas e diversas, e podem influenciar a dinâmica predador-presa (Alsaffar *et al.*, 2020). Com base nisso espera-se observar em colectores artificiais implantados nas ervas marinhas diversidade da fauna incrustante elevada em relação ao habitat costeiros rochosos.

- ✓ A face rugosa dos coletores artificiais proporciona mais superfície e complexidade estrutural, o que favorece a fixação e o desenvolvimento de organismos incrustantes (Sebens, 1985). Conforme observado por Wahl (1989), superfícies mais complexas frequentemente suportam uma biodiversidade mais rica devido à maior heterogeneidade de micro-habitats. Com base nisso espera-se observar maior densidade das espécies de macrofauna incrustante na face rugosa dos coletores artificiais em comparação com a face lisa.

- ✓ Diferentes condições de exposição à luz e correntes podem influenciar a disponibilidade de alimento e as taxas de sedimentação, afetando a composição específica de espécies (Underwood e Anderson, 1994). Com base nisso espera-se que a composição de espécies de macrofauna incrustante diferirá entre as posições acima e abaixo dos coletores artificiais.

- ✓ Os processos de colonização e sucessão ecológica levam a um aumento na densidade de organismos ao longo do tempo, conforme observado em estudos de sucessão em substratos marinhos (Sousa, 1979). Com base nisso espera-se que a densidade das espécies de fauna incrustante aumentará com o aumento do tempo de permanência dos coletores artificiais.

IV. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

4.1. Características gerais das Ostras

Ostras são moluscos bivalves que pertencem à família Ostreídea, classe bivalvia. São organismos sésseis e apresentam hábito incrustante, desenvolvem-se acoplados em substratos quer sejam moles ou consolidos (Galvão *et al.*, 2009; Souza, 2013) e devido a sua incapacidade de locomoção são filtradores - alimentam-se do plâncton disponível na coluna de água (Souza, 2013). À semelhança das ostras, o ambiente marinho apresenta diversos organismos incrustantes distribuídos em diferentes grupos taxonómicos como poríferos, hidrozoários, briozoários, poliquetas, ascídias, moluscos, crustáceos e urocordados (Souza *et al.*, 2007; Barnes *et al.*, 2010; Munsch *et al.*, 2021).

As ostras e os organismos incrustantes produzem larvas planctónicas cuja dispersão e assentamento para locais bentónicos afectam a dinâmica populacional e estrutura da comunidade. O primeiro passo para o assentamento larval é a fixação da sua larva a um substrato que é dependente da correnteza de água (Tamburri, 2008; Costa e Cruz, 2019). Durante a transição da forma larval pelágica para a forma adulta bentónica, é provável que as larvas encontrem um conjunto diversificado de invertebrados residentes em recifes de ostras. Acredita-se que a epifauna incrustada reduza o assentamento de larvas interespecíficas por meio de exclusão competitiva e predação (Barnes *et al.*, 2010).

Factores ambientais como temperatura, salinidade e correntes também apresentam uma influência no assentamento larval. As variações de salinidade são reconhecidas como um forte regulador da composição e distribuição influencia na densidade dos organismos (Dos Santos, 2011) a faixa óptima apresenta uma variação entre 20-30ppm (Jeon *et al.*, 2012). O crescimento larval das ostras aumenta acentuadamente com o aumento da temperatura, apresentando intervalos óptimos entre 22-30°C (Rico-Villa *et al.*, 2009; Jeon *et al.*, 2012; René *et al.*, 2017).

4.2. *Pinctada capensis* e *Saccostrea cucullata*

A espécie *P. capensis* cresce até um tamanho máximo de cerca de 130 mm, tem uma concha de espessura grossa com um profundo seio bissal. É encontrada na zona subtidal e vive em fendas de rochas. Ocorre desde a África do sul até o nosso país. É um dos raros bivalves coletados para alimentação no nosso país (Jensen, 2006).

As larvas planctónicas da *P. capensis* assentam com facilidade em coletores artificiais como paus de madeira ou sacos de malha (ex: sacos de cebola). O seu crescimento pode ser em cestos pendurados para proteger de grandes predadores como caranguejos, peixes e pássaros. As ostras devem ser monitoradas quanto a organismos incrustantes e parasitas que diminuem as taxas de crescimento (Jensen, 2006).

A espécie *S. cucullata* é também conhecida como *Crassostrea cucullata* e o nome da espécie às vezes é escrito *cucullata*. Amplamente distribuída na região tropical do Indo-Pacífico. A forma da concha é variada com um tamanho máximo de 70 mm apresentando uma macha preta no músculo adutor. É encontrada em costões rochosos em zonas de maré média e pode tolerar baixas salinidades. As suas larvas planctónicas assentam em quase qualquer superfície dura, portanto a sua implantação em coletores artificiais pode ser muito simples (Jensen, 2006). Ambas espécies ocorrem na ilha de Inhaca, a ostra *P. capensis* é encontrada em bancos de areia associada a tapetes de ervas marinhas usando o bisso para agarrar-se as ervas e a ostra *S. cucullata* que se encontra fixa aos substratos rochosos (IIP, 2022).

4.3. Fauna Incrustante (bioincrustação)

A bioincrustação é o assentamento e desenvolvimento de espécies aquáticas indesejadas em superfícies artificiais implantados no ambiente marinho, conchas ou carapaças de outras espécies e em equipamentos associados à pesca. Variam de acordo com a localização, culturas, equipamentos, profundidade, temperatura e outros factores que são específicos do local e/ou da espécie (Bannister *et al.*, 2019; Shunway 2022).

Dentre os principais grupos de invertebrados incrustantes destacam-se as ascídeas, antozoários, cracas, briozoários, hidroides, poliquetas e esponjas, uma vez presos são difíceis de remover (Bannister *et al.*, 2019). As espécies de briozoários *Membranipora membranacea* e *Electra pilosa*, as espécies de tunicados, predominantemente a *Ciona intestinalis* e as espécies de hidroides, predominantemente *Obelia geniculata* são especificamente incrustantes de espécies de algas marinhas (Bannister *et al.*, 2019; Nemesis invasions.si.edu)

Na aquacultura marinha, a bioincrustação é uma das principais barreiras para uma produção eficiente e sustentável. Algumas espécies bioincrustante como esponjas da família clinidae e vermes poliquetas do gênero polydora, podem penetrar em conchas dos bivalves causando bolhas, cavidades e túneis fazendo com que o *ligamento* na concha fique

interrompido resultando em conchas frágeis e finas que são suscetíveis a parasitas, doenças e a predação (Bannister *et al.*, 2019; Shunway 2022).

Um dos impactos mais importantes da bioncrustação é a redução da aptidão do molusco bivalve (ou seja, sobrevivência, crescimento e peso), essas reduções são normalmente atribuídas à competição por comida, oxigénio e outros recursos, ou indirectamente, sufocando ou interferindo com o funcionamento da válvula (Bannister *et al.*, 2019).

4.4. Colectores Artificiais

Os colectores artificiais são estruturas designadas para fornecer uma superfície artificial para larvas platónicas se assentem e cresçam até um tamanho onde possam ser colectados para a sua criação em cativo. A eficiência de um colector é influenciada por vários factores como a localização geográfica, profundidade dos colectores na coluna de água, temperatura e competição por espaço com outras espécies incrustantes (Bataller *et al.*, 2006; Brink, 2020).

As larvas das ostras são a principal matéria-prima para cultura de ostras, podem ser produzidas em laboratórios por meio de incubadoras ou obtidas por meio de colectores artificiais introduzidos no ambiente natural para o seu recrutamento (Pinto, 2007). As vantagens de obter as larvas na natureza é por ser de baixo custo e simplicidade na colecta, mas a principal desvantagem é a dependência do processo de recrutamento natural, tornando os resultados altamente variáveis de época para época e de zona para zona (Kimani, 2008).

No meio natural, o cultivo de ostras é considerado pouco prejudicial ao ambiente, alguns autores apontam para impactos ecológicos decorrentes da implantação de cultivos como a depleção da biomassa planctónica e diminuição do séston na coluna de água devido à filtração praticada pelos bivalves; efeito físico imediato que a introdução de cordas, lanternas, telhas, poitas e outras estruturas necessárias à implantação do cultivo provocam na circulação local e na promoção de um substrato sobre o qual os organismos epibiontes podem se fixar e crescer (Cruz *et al.*, 2015).

A nível nacional, na província de Cabo de Delgado foi usado material local para confeccionar colectores artificiais nomeadamente: cordas de sisal, cordas de palha, conchas de sisal e tiras de rede velha com objectivo na verificação de viabilidade dos mesmos, as

espécies alvo foram a ostra *Pinctada* ssp. e o mexilhão de areia (*Modiolus philippinarum*) (IIP, 2022).

V. ÁREA DE ESTUDO

O presente trabalho foi realizado na ilha de Inhaca, localizado a sul de Moçambique. Foram seleccionados quatro pontos nomeadamente Ponta Torres, EBMI, Sangala e Bângua (Figura 1).

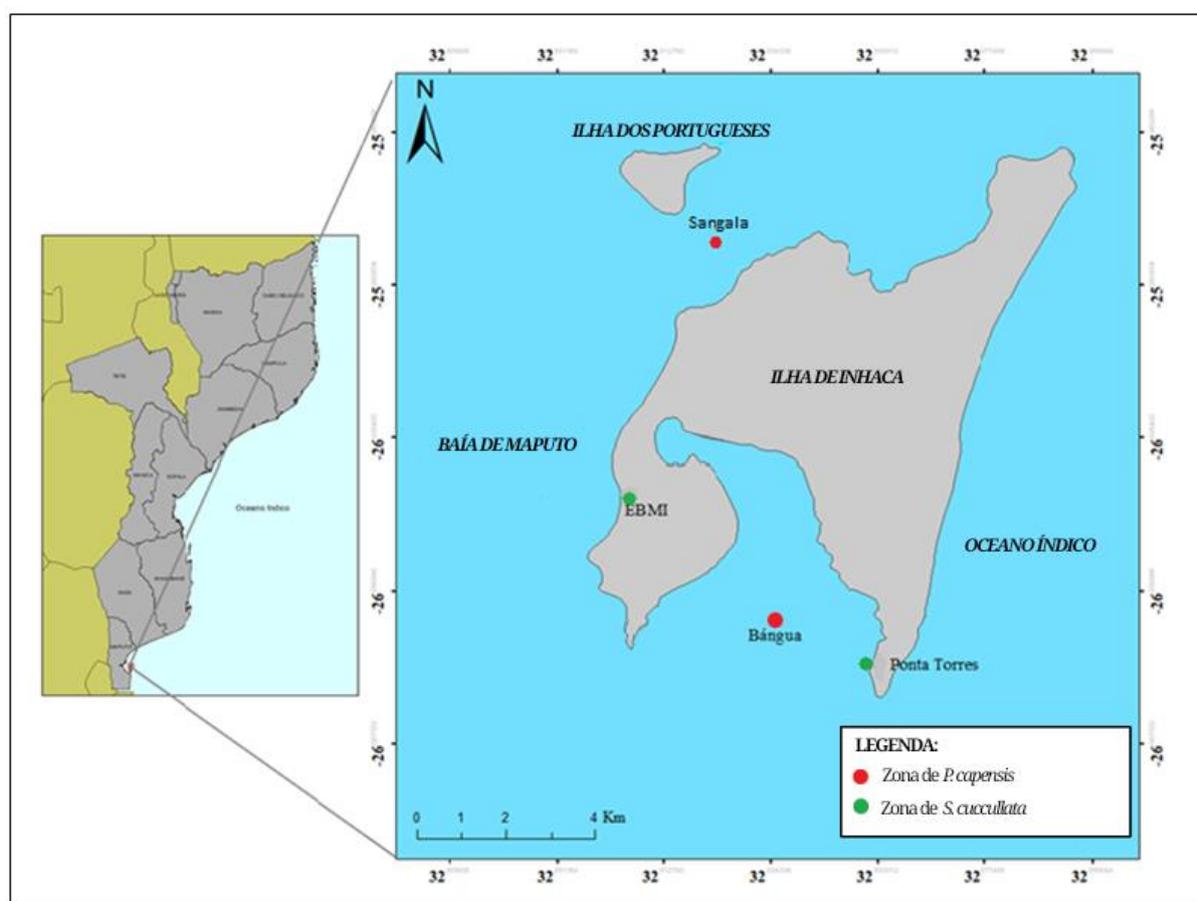


Figura 1: Mapa ilustrando a área de estudo (Ilha de Inhaca) e os respectivos pontos de amostragens.

A ilha de Inhaca é uma pequena ilha que se encontra no Oceano Índico, mais precisamente na Baía de Maputo, sul de Moçambique. Situa-se no quadrante dos paralelos 25°57'49''S e 26°05'00''S e meridianos 32°53'00''E e 33°00'00''E e possui uma área total de cerca de 42 Km² (Pereira e Nascimento, 2016).

A ilha apresenta um clima tropical e clima subtropical quente (UEM, 2016), com duas estações distintas: a estação fresca e seca que vai de Abril a Setembro e estação quente e húmida, de Outubro a Março. Os meses de Janeiro e Fevereiro são os mais quentes e chuvosos, com temperaturas de 26.3°C e 26.2°C e precipitação de 135.9 mm e 143.9 mm, respectivamente. O mês de Agosto regista a precipitação mais baixa sendo de 23.7 mm e temperatura mais baixa ocorre em Julho sendo de 19.6°C (Pereira e Nascimento, 2016).

Por ser um local com representantes de todos os habitats, ecossistemas e recursos marinhos existentes no país, a ilha funciona como centro atractivo para investigação, ecoturismo e turismo científico e ainda como património biológico, apresenta também uma importância ecológica no abrandamento dos fluxos da corrente marítima do Oceano Índico (Pereira e Nascimento, 2016).

Os principais habitats costeiros são os mangais que se espalham ao longo das baías abrigadas das costas do sul e norte, as ervas marinhas que cobrem cerca 50% das áreas interditais, ao largo da costa localiza-se parte dos recifes de coral do extremo mais ao sul do mundo (UEM, 2016).

A população da Ilha vive da agricultura, exploração de recursos florestais (incluindo dos mangais) e da pesca. As florestas, por exemplo, são usadas como fonte de vários produtos madeireiros e não madeireiros: a população da Inhaca retira das florestas lenha, frutos silvestres, medicamentos, materiais de construção entre outros produtos (Pereira e Nascimento, 2016).

VI. MATERIAL E METODOLOGIA

6.1. Lista de Material

- ✓ 160 Tijoleiras (dimensão 25 x 25 cm);
- ✓ 1 Barco de fibra com motor de 65 cavalos;
- ✓ 1 Lupa;
- ✓ 4 Pares de luvas;
- ✓ 2 Pinças;
- ✓ 1 Microscópio óptico;
- ✓ 3 Marcadores;
- ✓ 1 Bloco de anotações;
- ✓ 1 Lápis HB e 1 caneta de marca BIC;
- ✓ Guias e manuais de identificação;
- ✓ 480 Varões nervurados de construção.

6.2. Metodologia

a) Amostragem

A colheita das amostras foi realizada nos quatros locais estabelecidos para a amostragem: Ponto I (Bángua), Ponto II (Sangala), Ponto III (Ponta Torres) e Ponto IV (EBMI). Sendo os pontos I e II local de ocorrência da espécie *P. capensis* e os pontos III e IV local de ocorrência da espécie *S. cucullata*.

A experiência decorreu nos meses de Janeiro a Dezembro de 2021. Em cada um dos pontos de amostragem foram colocados 40 unidades de tijoleiras (com dimensão 25 x 25 cm) totalizando 160 unidades das mesmas pelos quatro pontos. As tijoleiras foram fixas no mar com auxílio de varões nervurados de construção, separadas uma da outra a uma medida de cinco centímetros entre o chão e as tijoleiras e a uma distância de 5 metros entre as tijoleiras em cada ponto de amostragem. As tijoleiras foram posicionadas de forma alternada, à medida que iam sendo fixadas era colocada a parte lisa da tijoleira posicionada para cima e parte rugosa para baixo, o contrário foi feito na tijoleira seguinte, a parte rugosa para cima e a lisa para baixo, assim sucessivamente até o preenchimento total do número das tijoleiras por cada ponto.

A partir do segundo mês, no final de cada mês, eram retiradas 10 tijoleiras em cada local da experiência para identificação das espécies da macrofauna incrustante (foi feita a identificação até o nível taxonómico mais baixo possível) com base em guias de identificação: Fisher *et al.*, 1990; Richmond, 2010; Branch *et al.*, 2010 e Deuss *et al.*, 2013.



Figura 2: Implantação dos colectores artificiais (tijoleiras) nos pontos de amostragem.

VII. ANÁLISE DE DADOS

Os dados obtidos foram organizados numa folha Excel do programa *Microsoft office* 2013 e analisados nos seguintes programas estáticos: R studio, IBM SPSS Statistics e Jamovi.

7.1. Composição específica da macrofauna incrustante em coletores das ostras *Pinctada capensis* e *Saccostrea cucullata*

Para responder ao objectivo de determinar a composição específica da macrofauna incrustante nos colectores das ostras *P. capensis* e *S. cucullata* foram contabilizados todos os indivíduos presentes nos colectores de ambas às ostras, de seguida foram listadas em espécies e posteriormente agrupadas em famílias.

7.2. Diversidade da macrofauna incrustante nos colectores das ostras *Saccostrea cucullata* e *Pinctada capensis*

Para responder ao objectivo do índice de diversidade da macrofauna incrustante nos colectores das ostras *S. cucullata* e *P. capensis* foram calculados os índices de diversidade de Shannon Wiener e Simpson no programa estatístico R studio.

O índice de Shannon-Wiener oferece informações sobre o grau de heterogeneidade de uma população tendo em conta o número de espécies e o número de indivíduos presentes de cada espécie (Magurran, 2013). E é calculado pela seguinte fórmula:

$$H' = -\sum p_i (\ln p_i)$$

Onde:

$$p_i = \frac{n_i}{N}$$

H' = índice de diversidade de Shannon-Wiener; n_i = número de indivíduos da espécie i ; N = número de indivíduos presentes na amostra; p = proporção da espécie em relação ao número ao total de indivíduos.

O índice de diversidade de Simpson permite medir a riqueza de organismos, é usado para quantificar a biodiversidade de um habitat e representa a probabilidade de dois indivíduos

seleccionados aleatoriamente dentro de um habitat pertencer à mesma espécie (Magurran, 2013). E é calculado pela seguinte fórmula:

$$D = \frac{\sum n (n - 1)}{N(N - 1)}$$

D = índice Simpson-Wiener; **n** = número total de organismos de uma espécie *i*; **N** = número total de organismos de todas as espécies.

O índice de similaridade de Jaccard foi calculado para comparar a diversidade da fauna incrustante presente nos colectores artificiais de ambas as espécies de ostras. Este índice considera a relação existente entre o número de espécies comuns e o número total de espécies encontradas quando se compara duas amostras (A e B). Índice de ausência ou presença (Magurran, 2013). Sendo o calculo traduzido pelo seguinte esquema:

$$J(A,B) = \frac{|A \cap B|}{|A \cup B|} = \frac{|A \cap B|}{|A| + |B| - |A \cap B|}$$

7.3. Densidade da macrofauna incrustante em coletores das ostras *Pinctada capensis* e *Saccostrea cucullata*

Os dados das espécies de fauna incrustante nos coletores artificiais das ostras *P. capensis* e *S. cucullata* não observaram variâncias homogêneas. A média das densidades por espécies de ostras apresentaram diferenças estatisticamente significativas [$p < 0,05$ (Kruskal Wallis: $H(N=4800) = 35,315$; $gl = 1$; $p = 0,00$)], a média da densidade das espécies de fauna incrustante em relação à face de substrato (rugoso ou liso) apresentaram diferenças estatisticamente significativas [$p < 0,05$ (Kruskal Wallis: $H(N=4800) = 18,479$; $gl = 1$; $p = 0,00$)], a média das densidades por posição do substrato (acima ou abaixo) não apresentaram diferenças estatisticamente significativas [$p > 0,05$ (Kruskal Wallis: $H(N=4800) = 0,019$; $gl = 1$; $p = 0,889$)] e a média das densidades em relação ao tempo de permanência dos coletores na água apresentaram diferenças estatisticamente significativas [$p < 0,05$ (Kruskal Wallis: $H(N=4800) = 20,121$; $gl = 2$; $p = 0,00$)]. Esses dados foram comparados com teste de Sheirer Ray Hare.

VIII. RESULTADOS

8.1. Composição específica da macrofauna incrustante em coletores artificiais das Ostras *Pinctada capensis* e *Saccostrea cucullata*

A tabela abaixo apresenta a composição específica da fauna incrustante presente nos coletores das Ostras *P. capensis* e *S. cucullata*. Foram registadas vinte e oito espécies (estimadas em duzentos e quarenta e cinco indivíduos) distribuídas em vinte e quatro famílias (Tabela 1).

Tabela 1: Composição específica da fauna incrustante nos coletores artificiais das ostras *P. capensis* e *S. cucullata*

Coletores de Ostras	Família	Gênero	Espécie	Espécie de acordo com a WORMS
<i>S. cucullata</i> (habitat rochoso)	Neritidae	Nerita	<i>Nerita albicilla</i>	<i>Nerita albicilla</i> (Linnaeus, 1758)
			<i>Nerita planospira</i>	<i>Nerita planospira</i> (Anton, 1838)
			<i>Nerita polita</i>	<i>Nerita polita</i> (Linnaeus, 1758)
			<i>Nerita textilis</i>	<i>Nerita textilis</i> (Gmelin, 1791)
	Naellidae	Cellana	<i>Cellana radiata</i>	<i>Cellana radiata</i> (Born, 1778)
	Chthamalidae	Chthamalus	<i>Chthamalus dentatus</i>	<i>Chthamalus dentatus</i> (Krauss, 1848)
	Balanidae	Balanus	<i>Balanus amphitrite</i>	<i>Balanus amphitrite</i> (Darwin, 1854)
	Muricidae	Morula	<i>Morula granulata</i>	<i>Tenguella granulata</i> (Duclos, 1832)
	Mytilidae	Perna	<i>Perna Perna</i>	<i>Perna Perna</i> (Linnaeus, 1758)
	Turbinidae	Turbo	<i>Turbo marmoratus</i>	<i>Turbo marmoratus</i> (Linnaeus, 1758)
	Littorinidae	Littoraria	<i>Littoraria intermedia</i>	<i>Littoraria intermedia</i> (R. A. Philippi, 1846)
	Trochidae	Monodonta	<i>Monodonta labio</i>	<i>Monodonta labio</i> (Linnaeus, 1758)
	Pharidae	Pharella	<i>Pharella javanicus</i>	<i>Pharella javanica</i> (Lamarck, 1818)
Costellariidae	Zierliana	<i>Zierliana anthracina</i>	<i>Vexillum anthracinum</i> (Reeve, 1844)	
<i>P. capensis</i> (habitat das ervas marinhas)	Mytilidae	Perna	<i>Perna perna</i>	<i>Perna perna</i> (Linnaeus, 1758)
		Modiolus	<i>Modiolus auriculatus</i>	<i>Modiolus auriculatus</i> (Krauss, 1848)
	Cypraeidae	Monetaria	<i>Monetaria annulus</i>	<i>Monetaria annulus</i> (Linnaeus, 1758)
	Pinnidae	Pinna	<i>Pinna muriata</i>	<i>Pinna muriata</i> (Linnaeus, 1758)
Veneridae	Gafrarium	<i>Gafrarium pectinatum alfredense</i>	<i>Gafrarium pectinatum alfredense</i> (Bartsch, 1915)	

*Abundância da fauna incrustante em colectores artificiais usados para o assentamento das ostras *Saccostrea cucullata* e *Pinctada capensis* na ilha de Inhaca.*

Balanidae	Balanus	<i>Balanus amphitrite</i>	<i>Balanus amphitrite</i> (Darwin, 1854)
Chthamalidae	Chthamalus	<i>Chthamalus dentatus</i>	<i>Chthamalus dentatus</i> (Krauss, 1848)
Fascioliidae	Peristernia	<i>Peristernia forskalii</i>	<i>Peristernia forskalii</i> (Tapparone Canefri, 1875)
Charoniidae	Charonia	<i>Charonia lampas</i>	<i>Charonia lampas</i> (Linnaeus, 1758)
Nassariidae	Nassarius	<i>Nassarius coronatus</i>	<i>Nassarius coronatus</i> (Bruguere, 1789)
Haliotidae	Haliotis	<i>Haliotis sp.</i>	<i>Haliotis (Haliotis)</i> Linnaeus, 1758
Potamididae	Cerithidea	<i>Cerithidea decollata</i>	<i>Cerithidea decollata</i> (Linnaeus, 1767)
Arcidae	Barbita	<i>Barbita fusca</i>	<i>Barbatia amygdalumtostum</i> (Röding, 1798)
Cassidae	Cypraecassis	<i>Cypraecassis rufa</i>	<i>Cypraecassis rufa</i> (Linnaeus, 1758)

Os coletores artificiais da ostra *S. cucullata* implantados no habitat rochoso apresentaram um total de catorze espécies das quais quatro pertencem à família Neritidae da classe dos moluscos gastrópodes, sendo esta família com maior numero de espécies e as restantes famílias foram representadas apenas por uma única espécie cada. Os coletores artificiais da ostra *P. capensis* implantados no habitat das ervas marinhas apresentaram igualmente um total de catorze espécies das quais duas pertencem à família Mytilidae da classe dos moluscos bivalves, as demais famílias foram representadas apenas por uma única espécie cada.

Os grupos de espécies que compõem a macrofauna incrustantes das ostras *S. cucullata* e *P. capensis* estão representados na figura 3. Nos colectores de ambas as espécies de ostras, os barnáculos apresentaram maior percentagem tendo sido de 60.87% e 58.13% seguida pelo grupo de ostras que apresentaram 35.04% e 10.74% para *S. cucullata* e *P. capensis*, respectivamente. Os grupos que apresentaram menor percentagem foram às algas com 5.08% e polychaeta com 2.88% para a ostra *P. capensis* e para ostra *S. cucullata* foram os grupos de outros_bivalves com 0.88% e Neritidae com 0.49%.

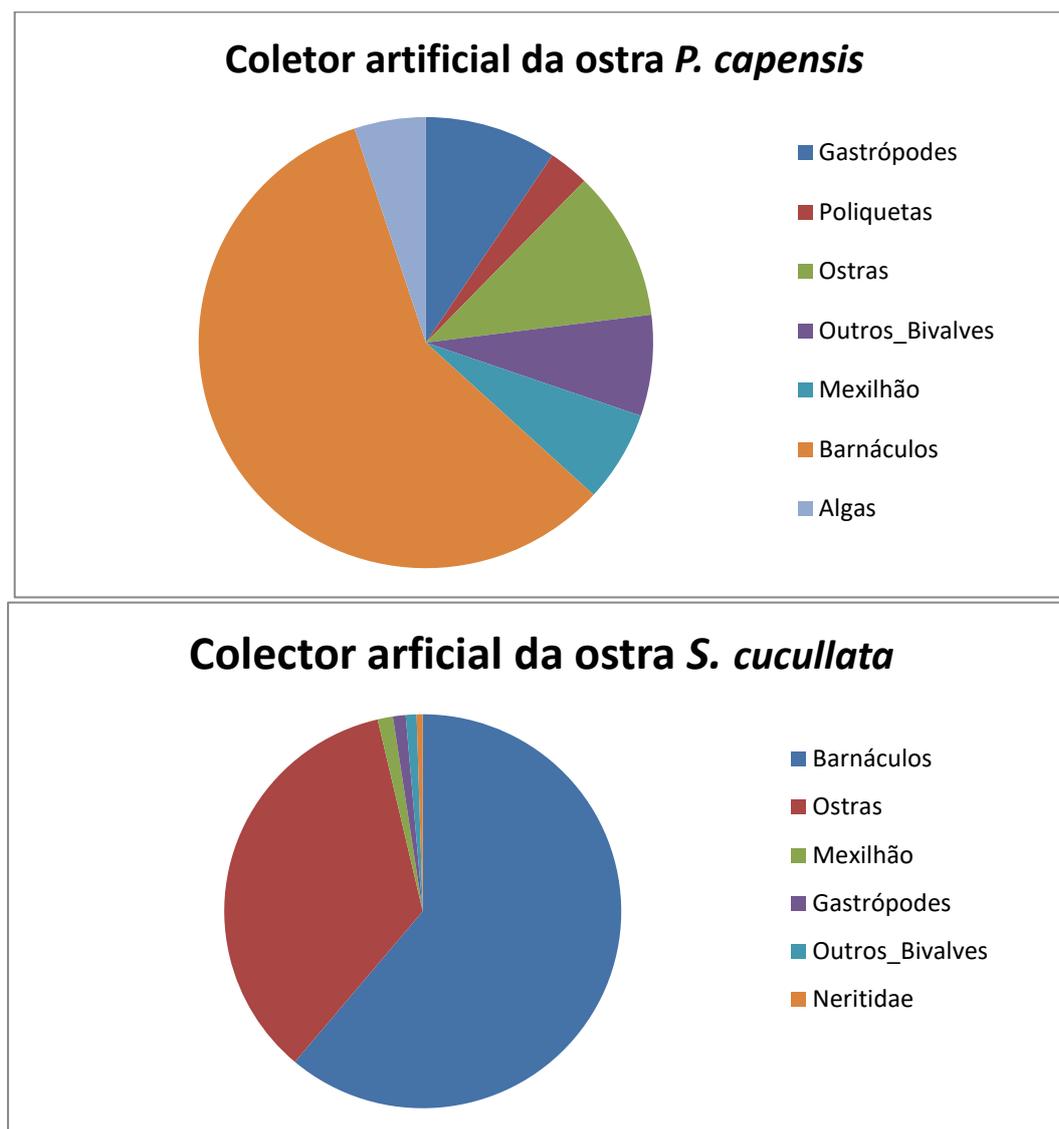


Figura 3: Grupos de fauna incrustante presente nos colectores artificiais das ostras *Saccostrea cucullata* (acima) e *Pinctada capensis* (abaixo).

8.2. Diversidade da macrofauna incrustante em colectores artificiais das Ostras *Pinctada capensis* e *Saccostrea cucullata*

Na figura abaixo (figura 4) estão representados os índices de diversidade da macrofauna incrustante. Os colectores artificiais de ambas as ostras apresentaram um índice de diversidade de Shannon Wiener de 2.33. Foram identificadas 14 espécies em total de 145 indivíduos nos colectores da ostra *S. cucullata* e 14 espécies em total de 100 indivíduos nos colectores da ostra *P. capensis*.

Quando comparada a diversidade entre os colectores artificiais de ambas as espécies de ostras, o índice de similaridade de Jarrcard entre elas foi de 0.15.

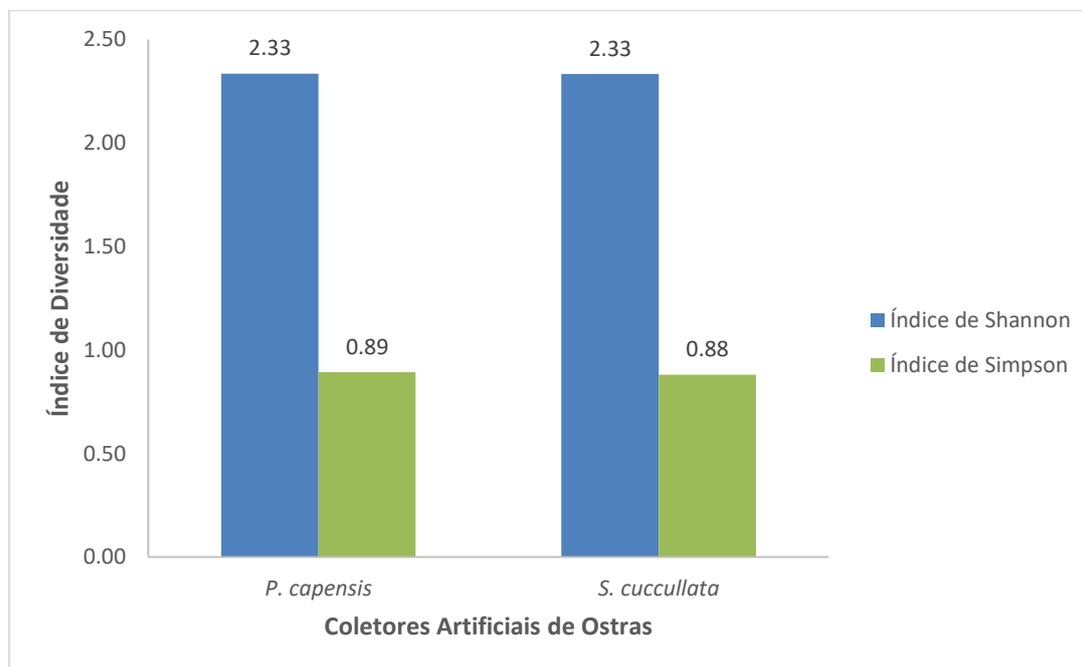


Figura 4: Riqueza específica dos colectores artificiais das Ostras *P. capensis* e *S. cucullata*.

8.3. Densidade e abundância da macrofauna incrustante em colectores artificiais das Ostras *P. capensis* e *S. cucullata*

✓ Densidade em relação à face do substrato (rugoso ou liso) e por espécie de ostra

A média das densidades por espécie de ostra assim como média das densidades pela face do substrato apresentaram diferenças estatisticamente significativas ([$p < 0,05$ (Kruskal Wallis: $H(N=4800) = 35,315$; $gl = 1$; $p = 0,00$)] e [$p < 0,05$ (Kruskal Wallis: $H(N=4800) = 18,479$; $gl = 1$; $p = 0,00$)], respectivamente). Para a média de densidade da macrofauna incrustante por espécie de ostra, a *S. cucullata* apresentou $15,03 \pm 1,69$ e a *P. capensis* $3,88 \pm 0,35$. Em relação aos substratos, a média foi maior para o substrato rugoso $15,48 \pm 1,92$ e menor para o liso $6,78 \pm 1,09$ (Figura 3).

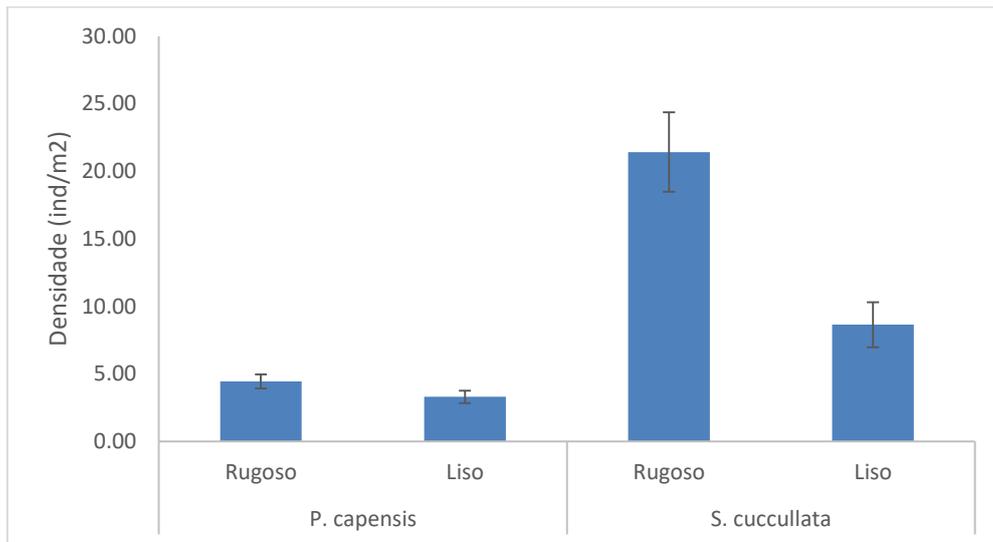


Figura 5: Médias de densidades por espécie de ostras e face do substrato (rugoso ou liso).

✓ **Densidade por espécie de ostra em relação à posição do substrato (Acima e Abaixo)**

A macrofauna incrustante presente nos coletores da ostra *S. cucullata* apresentou maior média em ambas as posições do substrato, por sua vez a espécie *P. capensis* apresentou menor média de densidade em ambas as posições. Na posição voltada para baixo a espécie *S. cucullata* apresentou $13,17 \pm 2,17$ e a *P. capensis* $3,86 \pm 0,49$ enquanto que para posição voltada para cima a *S. cucullata* apresentou $16,89 \pm 2,59$ e a *P. capensis* apresentou $3,89 \pm 0,50$ (figura 5). A média das densidades por posição da telha não apresentaram diferenças estatisticamente significativas [$p > 0,05$ (Kruskal Wallis: $H(N=4800) = 0,019$; $gl = 1$; $p = 0,889$)].

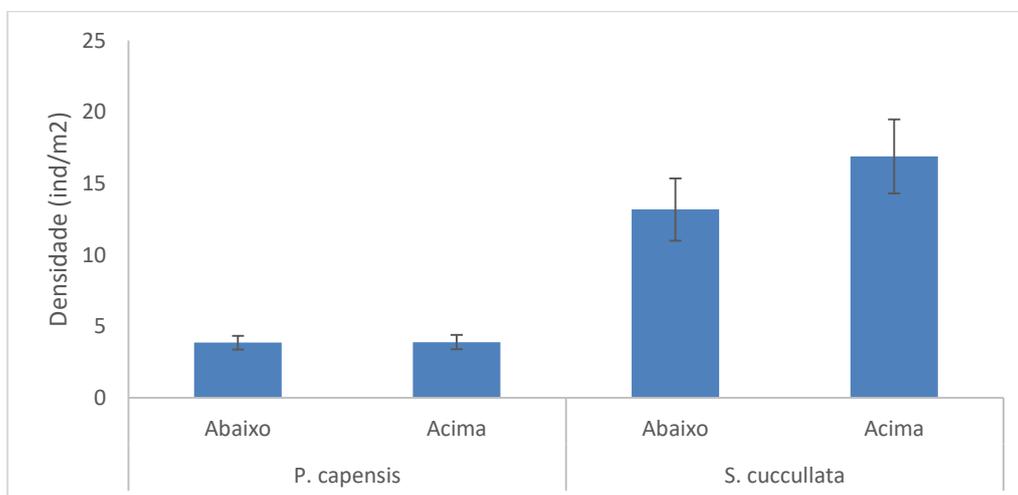


Figura 6: Médias de densidades por espécie de ostra e pela posição dos coletores artificiais (acima ou abaixo).

✓ **Densidade por espécie em relação ao tempo de permanência dos coletores artificiais na água**

Durante todo período de monitoria a espécie *S. cucullata* apresentou maior média de densidade enquanto *P. capensis* apresentou menor média para os todos os meses, tendo sido de 11.92 ± 2.51 , 16.20 ± 3.44 , 16.98 ± 2.76 para primeira espécie e 2.31 ± 0.42 , 3.91 ± 0.59 , 5.41 ± 0.75 para a segunda, respectivo ao segundo, terceiro e quarto mês (figura 5).

De acordo com gráfico é possível verificar que para ambas espécies de ostras, ocorre um aumento crescente na densidade da fauna incrustante ao longo dos meses.

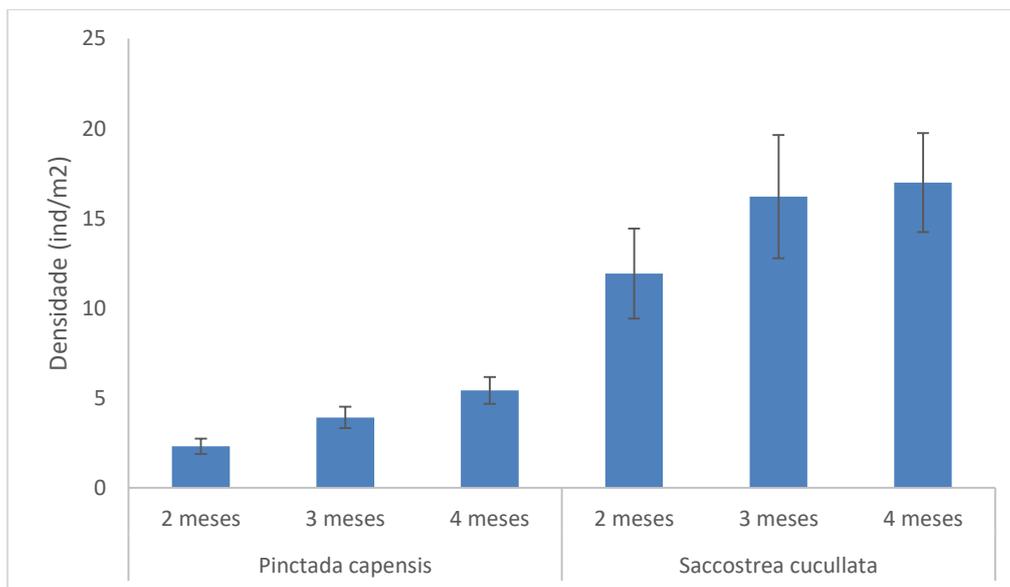


Figura 7: Médias de densidades por espécie de ostra em relação ao tempo de permanência dos coletores artificiais na água.

IX. DISCUSSÃO

9.1. Composição específica da macrofauna incrustante em colectores das Ostras *Pinctada capensis* e *Saccostrea cucullata*

Os resultados obtidos revelaram que a família mais representada nos colectores artificiais da ostra *P. capensis* (habitat rochoso) foi a Neritidae com um número de quatro espécies, nos colectores artificiais da ostra *S. cucullata* (habitat das ervas marinhas) foi a família Mytilidae com duas espécies.

A abundância das famílias Neritidae e Mytilidae em coletores artificiais pode ser atribuída a vários fatores ecológicos e biológicos. Essas espécies têm afinidade por substratos artificiais que imitam seus habitats naturais, permitindo-lhes colonizar rapidamente novos ambientes (Smith *et al.*, 2020). Além disso, possuem alta resistência a variações ambientais e estratégias de dispersão larval eficientes, que facilitam a rápida ocupação de novos substratos (Johnson e Martinez, 2018).

A pressão de predação nos coletores artificiais tende a ser menor, proporcionando um ambiente mais seguro para as espécies dessas famílias proliferarem (Garcia e Lopez, 2019). Além disso, Neritidae e Mytilidae são altamente competitivas por espaço e recursos, o que lhes dá uma vantagem significativa nesses habitats artificiais. Por fim, as práticas humanas de instalação e manutenção de coletores artificiais podem favorecer a presença dessas famílias (Martinez e Nguyen, 2021).

Os grupos de organismos incrustantes mais comuns de serem encontrados em colectores de ostras são as macroalgas, musgos, briozoários, barnáculos, mexilhão, anémonas, esponjas, espécies da classe poliqueta (Hood *et al.*, 2020). Bannister *et al.*, 2019 sustentam que tunicados, hidroides, clionídeos também são organismos comuns de encontrar em colectores artificiais de ostras.

A composição de incrustantes muda com a profundidade, no topo dos colectores artificiais são encontradas espécies mais resistentes (por exemplo, barnáculos) e espécies mais gelatinosas (por exemplo, tunicados, esponjas) são encontradas abaixo da linha da maré (Fitzgerald, 2021). De acordo com a investigação realizada na Ilha da Inhaca nos anos anteriores (por exemplo, de Kalk, 1995; Paula *et al.*, 1998; Boer e Prins, 2002), os barnáculos e os bivalves são o grupo dominante de invertebrados no habitat rochoso entremarés,

enquanto os gastrópodes e os poliquetas são invertebrados que dominam os habitats das ervas marinhas. As interações entre as ostras e outros organismos macroincrustante aumentam ou diminuem a fixação das larvas de ostras (Barnes, 2010), isso explica o facto de um determinado grupo de incrustante apresentar-se em maior abundância em relação ao outro nos colectores das larvas de ostras.

Para ambas as espécies de ostras *S. cucullata* e *P. capensis*, os barnáculos apresentaram maior número de indivíduos, de acordo com Barnes, 2010 foi demonstrado que os barnáculos aumentam o assentamento de larvas de ostras em colectores artificiais e que igualmente as ostras de forma recíproca também estimulam o assentamento das larvas a sinais biológicos (sinais solúveis em água (ou substâncias do metabolismo)) de "baixo grau" emitidos por organismos adultos residentes, tal como foi descrito no estudo de Rauyal *et al.*, 2016 no início da monitoria dos colectores foram observadas somente o assentamento de barnáculos e posteriormente ocorreu o assentamento das ostras.

Funo *et al.*, 2019 também obtiveram resultados similares, os barnáculos apresentaram-se em abundância nos colectores artificiais, os autores justificam uma competição interespecífica especialmente dos barnáculos, e que mostraram um efeito negativo sobre o assentamento de ostra. Estudos conduzidos por Nery (2008) revelam que as barnáculos são fortes competidoras das ostras, principalmente na fase inicial de colonização e que há evidências de que também podem remover a ostra do substrato.

9.2. Índice de diversidade da macrofauna incrustante em colectores artificiais das Ostras *Pinctada capensis* e *Saccostrea cucullata*

Os índices de diversidade de Shannon Wiener são amplamente utilizados para medir a diversidade em comunidades ecológicas, levando em consideração tanto a riqueza de espécies quanto a equitabilidade de suas abundâncias. A diversidade da fauna incrustante foi à mesma nos colectores implantados no habitat rochoso e nas ervas marinhas. O resultado esperado seria um elevado índice de diversidade no habitat das ervas marinhas em relação ao rochoso. A razão da igualdade de índices de diversidade da macrofauna incrustante observado em ambos habitats pode ser influenciada por diversos fatores.

Primeiramente, a estrutura do habitat pode desempenhar um papel crucial. O habitat rochoso oferece uma variedade de micro-habitats e nichos que podem suportar uma grande diversidade de espécies. Esses micro-habitats incluem fendas, buracos, e diferentes níveis de

exposição à luz e à água, criando condições para uma maior heterogeneidade ecológica. Estudos como o de Underwood e Chapman (1996) destacam a complexidade estrutural como um fator chave para a diversidade em habitats rochosos. Por outro lado, as áreas de ervas marinhas, embora apresentem uma evidência importante repositório de maior diversidade (as pradarias de ervas marinhas são ricas em espécies), podem sofrer uma distribuição desigual das mesmas, resultando em menor equitabilidade. A dominância de poucas espécies de ervas marinhas pode reduzir a diversidade percebida. Além disso, as condições de factores ambientais como a salinidade, turbidez da água e a presença de poluentes podem afetar negativamente a diversidade em áreas de ervas marinhas influenciando a estrutura da comunidade em habitats de ervas marinhas (Orth *et al.* 2006).

Além disso, a pressão de predação e competição podem variar entre os dois habitats. Em áreas rochosas, a competição por espaço pode ser mais intensa, levando a uma maior diversificação adaptativa. Em contrapartida, as áreas de ervas marinhas podem experimentar uma pressão de predação mais uniforme, impactando a diversidade de forma diferente. Essas observações são apoiadas por estudos ecológicos que investigam a relação entre a estrutura do habitat e a diversidade das espécies (Lecerf *et al.*, 2011; Bruno *et al.*, 2003). Assim rejeita-se a hipótese de que colectores artificiais implantados nas ervas marinhas apresenta diversidade da fauna incrustante elevada em relação ao habitat costeiros rochosos.

9.3. Densidade e abundância da macrofauna incrustante em colectores das Ostras *P. capensis* e *S. cucullata*

✓ Densidade em relação à face do substrato (rugoso ou liso) e por espécie de ostra

Os resultados mostraram que a macrofauna incrustante recrutou com mais frequência ao substrato rugoso ($15,4 \pm 1,92$) do que para o substrato liso ($6,78 \pm 1,09$) o que demonstra a preferência das larvas pelo substrato rugoso do que pelo liso. Saucedo *et al.* (2005), afirmam que a rugosidade da superfície afecta o assentamento de uma gama de invertebrados, incluindo larvas de ostras. Acredita-se que a rugosidade da superfície tenha um melhor estímulo tátil para estabelecer larvas e para ajudar na retenção física, as larvas se instalam preferencialmente em microsítios de baixo cisalhamento criados por saliências e fendas em uma superfície, fendas e buracos em superfície rugosa podem fornecer protecção contra

predadores para pequenos organismos (Bushek, 1988, Hills e Thomason 1998), para assembleias entremarés onde a dessecação é geralmente um estresse potencial, os organismos incrustantes podem preferir se estabelecer em superfícies ásperas por causa de uma maior retenção de água (Lin e Shao, 2002). Assim aceita-se a hipótese de que há maior densidade das espécies de macrofauna incrustante na face rugosa dos coletores artificiais em comparação com a face lisa.

✓ **Densidade por espécie de ostra em relação à posição do substrato (Acima e Abaixo)**

A média das densidades por posição da telha não apresentaram diferenças estatisticamente significativas, Christo *et al.*, (2016) obtieram um resultado semelhante, não foram observadas diferenças significativas no número de recrutas entre o lado superior e o inferior dos colectores artificiais. Isso pode estar relacionado a pouca profundidade em que os coletores artificiais foram instalados. De acordo com o estudo, é possível instalar os coletores em qualquer profundidade dentro do intervalo de 0 a 120 cm; no presente trabalho, os coletores foram instalados a uma profundidade de 5 cm. A exposição diária dos coletores artificiais ao ar, naturalmente proporcionada pelo ciclo das marés, reduziu a proporção de organismos incrustantes e aumentou o recrutamento de ostras (Funô 2019). Assim aceita-se a hipótese de que a composição de espécies de macrofauna incrustante difere entre as posições acima e abaixo dos coletores artificiais das ostras.

✓ **Densidade por espécie em relação ao tempo de permanência dos coletores artificiais na água**

A duração da submersão afecta a colonização de substratos artificiais devido às flutuações sazonais na abundância de larvas e às interações biológicas entre os colonizadores anteriores e posteriores. Tanto as estações de submersão quanto o período de submersão são mais importantes do que o tipo de coletor artificial no desenvolvimento da bioincrustação subtidal (Lin e Shao, 2002). Assim se aceita a hipótese de que a densidade das espécies de fauna incrustante aumenta com o aumento do tempo de permanência dos coletores artificiais na água.

X. CONCLUSÃO

A composição específica das espécies da macrofauna incrustante em colectores artificiais das ostras foi de 28 espécies, estimadas em 245 indivíduos, distribuídas em 24 famílias. A família Neritidae foi a mais representada com um número de quatro espécies *Nerita textilis*, *N. albicilla*, *N. polita* e *N. planospira*, seguida da família Mytilidae com duas espécies *Perna perna* e *Modiolus auriculatus*. As demais famílias foram representadas por uma única espécie cada.

O índice de diversidade de Shannon Wiener foi de 2.33 nos colectores artificiais de ambas espécies de ostra, *P. capensis* e *S. cucullata*, tendo sido identificadas 14 espécies em total de 100 indivíduos nos colectores da ostra *P. capensis* e 14 espécies em total de 145 indivíduos nos colectores da ostra *S. cucullata*.

A média da densidade das espécies da macrofauna incrustante em relação à face do substrato foi de $15,48 \pm 1,92$ para o substrato rugoso e de $6,78 \pm 1,09$ para o liso. Em relação a posição dos substratos, na posição voltada para baixo a espécie *S. cucullata* apresentou $13,17 \pm 2,17$ e a *P. capensis* $3,86 \pm 0,49$ enquanto para posição voltada para cima a *S. cucullata* apresentou $16,89 \pm 2,59$ e a *P. capensis* apresentou $3,89 \pm 0,50$. Durante todo período de monitoria a espécie *S. cucullata* apresentou maior média enquanto *P. capensis* apresentou menor média de densidade para os todos os meses observados, tendo sido de $11,92 \pm 2,51$, $16,20 \pm 3,44$, $16,98 \pm 2,76$ para primeira espécie de ostra e $2,31 \pm 0,42$, $3,91 \pm 0,59$, $5,41 \pm 0,75$ para segunda.

XI. RECOMENDAÇÕES

- ✓ Considerar a medição de parâmetros ambientais (como a salinidade que é reguladora da composição e distribuição dos organismos, influenciando na densidade dos mesmos);
- ✓ Análise da correlação entre a abundância e densidade da macrofauna incrustante;
- ✓ Discriminar as amostras por sazonalidade (verão ou inverno) para análise do padrão sazonal da fauna incrustante.

XII. CONSTRANGIMENTOS

Durante a realização desse trabalho teve-se o seguinte constrangimento: vandalização do material (coletores artificiais) por parte da comunidade da ilha, sobretudo os pescadores e coletores de bivalves, que ocorreram no princípio da amostragem.

XIII. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ✓ Alsaffar Z., J. K. Pearman, J. Cúrdia, J. Ellis, M. Ll. Calleja, P. Ruiz-Compean, F. Roth, R. Villalobos, B. H. Jones, X. A. G. Morán e S. Carvalho (2020). The Role of Seagrass Vegetation and Local Environmental Conditions in Shaping Benthic Bacterial and Macroinvertebrate Communities in a Tropical Coastal Lagoon. *Scientific reports*, 10:17.
- ✓ Barnaby, R. (2006) Growing Seafood in the Open Ocean – Offshore Aquaculture in the United States, *Technical Report*. Durham, England, New Hampshire Sea Grant,
- ✓ Barnes, B. B., M. W. Luckenbach, P. R. K. Smith (2010). Oyster Reef community Interactions: The Effect of Resident Fauna on Oyster (*Crassostrea* spp.) Larval Recruitment. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 391 (1-2): 169-177.
- ✓ Bataller, E., K. Burke, M. Ouellette e M. J. Maillet (2006). Evaluation of spawning period and spat collection of the northernmost population of European oysters (*Ostrea edulis* L.) on the Canadian Atlantic coast. *Canadian Technical Report of Fisheries and Aquatic Sciences*, 2630.
- ✓ Boer, W. F., H. H. Prins (2002). The Community structure of a tropical intertidal mudflat under human exploitation. *Journal of Marine Science*. Vol. 59. Pp 137-124.
- ✓ Boer, W. F., T. Pereira, A. Guissamulo (2000). Comparing recent and abandoned shell middens to detect the impact of human exploitation on the intertidal ecosystem. *Aquatic Ecology*. Vol. 34. Pp 287-297.
- ✓ Brannister, J., M. Slevens, F. Bush e N. Bloecher (2019). Biofouling in marine aquaculture: a review of recent research and developments. *Biofouling*, 35 (6): 631-648.
- ✓ Brink, A. M., Margot A. M. M, P. Kamermans (2020). Optimization of off-bottom spat collectors for restoration and production of the European flat oyster (*Ostrea edulis*) in Dutch coastal waters. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*. 30 (11): 2087-2100.
- ✓ Chuku, E., K. Yankson, E. Obodai, E. Acheampong, E. Boahemaa-Kobil (2020). Effectiveness of different substrates for collecting wild spat of the oyster *Crassostrea tulipa* along the coast of Ghana. *Aquaculture Reports*. Volume 18.
- ✓ Cinemar and University of New Hampshire cooperative extension, 16páginas.

- ✓ Cruz, M. C. S., S. F. F. Costa, R. C. Ferreira, R. L. Nascimento e T. K. Pinto (2015). Avaliação do Impacto de um cultivo de Ostras Sobre o Ambiente Bentônico. *Instituto de Pesca*, 41 (2): 207-218.
- ✓ Da Costa, F. e A. Cruz (2019). Cultivo de Bivalves em Maternidades e critérios para a sua Localização. *Captar*, 8 (1): 1-15.
- ✓ Danilo A. Mabonga e Edgar R. Roncesvalles (2016) Rock Mounds as Rock Oyster (*Saccostrea cucullata* von Born, 1778) Bed in an Intertidal Zone Jesus T. Racuyall., *Journal of Academic Research*, 1 (4): 11-21.
- ✓ Dos Santos (2011). *Colonização de Organismos Incrustantes em Substrato Artificial na Região Estuarina da Lagoa dos Patos, Sob Influência do Fenômeno El Nino*. Tese de Mestrado. 43pp. Brasil, Universidade Federal do Rio Grande.
- ✓ FAO (2012). World Review of Fisheries and Aquaculture.
- ✓ Ferreira, V., M. B. Pereira., M. A. Amorim, G. S. Cruz., C. L. Borges (2017). Uso de Controle Biológico para a Fauna Acompanhante. no Cultivo da *Vieira Nodipecten Nodosus* (Linnaeus, 1758). Revista Semioses. Vol. 11. Pp 8-16.
- ✓ Fitzgerald Alison M. (2021). Identification of Epibenthic Colonizing Organisms near Proposed Oyster Restoration Site. Final Report to HRPT, New Jersey City University
- ✓ Galvão, P. M. A., O. M. F. Rebelo, J. R. D. Guimarães, J. P. M. Torres e O. Malm (2009). Bioacumulação de Metais em Moluscos Bivalves: Aspectos Evolutivos e ecológicos a serem Considerados para a Biomonitoração de Ambientes Marinhos. *Aquacultura*, 13 (2): 59-66.
- ✓ Garcia, R., e Lopez, A. (2019). Predation Pressure in Artificial Collectors. *Journal of Marine Ecology*, 321(1), 89-101.
- ✓ Gosling, 2015 Marine Bivalve Molluscs: Second Edition ResearchGate.
- ✓ Hogueane, António Mubango (2007). Perfil Diagnóstico da Zona Costeira de Moçambique. Universidade Eduardo Mondlane. Escola Superior de Ciências Marinhas e Costeiras, Quelimane, Moçambique. *Revista de Gestão Costeira Integrada*, 7 (1): 69-82.
- ✓ Hood, S., M. Parker, D. Webster (2020). Biofouling Control Strategies: a field guide for Maryland oyster growers. <https://www.pearl-guide.com/threads/pinctada-capensis.449283/>

- ✓ IIP (2014). Testagem de Colectores para a captação de sementes (Ostras e Mexilhão). Maputo. Instituto Nacional de Investigação Pesqueira.
<http://www.iip.gov.mz/index.php/40-noticias/189-testagem-colectores-captcao>
- ✓ INE (2017). Anuário Estático. 134 pp. Maputo. Instituto Nacional de Estatística.
- ✓ INFOSA (2009). Plano de Desenvolvimento da Aquacultura de Pequena Escala para Moçambique.
- ✓ Jensen, Kathe R. (2006). Shallow water farming of marine organisms, in particular bivalves, in Quirimbas National Park, Mozambique. WWF Denmark. 17pp
- ✓ Jeon, C. Y., Y. Hur e K. C. Cho (2012). The Effect of Water Temperature and Salinity on Settlement of Pacific Oyster, *Crassostrea gigas* Pediveliger Larvae.
- ✓ Johnson, L., Martinez, T. (2018). Larval Dispersal Mechanisms in Marine Bivalves. *Journal of Marine Biology*, 234(2):123-136.
- ✓ Kimani, E. N., K. M. Mavuti, T. K. Mukiyama, N. Wambiji (2008). Macrofauna Settlement on Pearl Oyster Collectors in Kenya: Seasonality and Abundance. *WIOMSA*, 7 (1): 81-94.
- ✓ Kishore, P., G. B. Vuibeqa, P. C. Southgate (2018). Developing a national spat collection program for pearl oysters in Fiji Islands supporting pearl industry development and livelihoods. Aquaculture Reports. Vol. 9. Pp 46-52.
- ✓ Lee, K. M., F. R. Krassoi e M. J. Bishop (2012). Effects of Tidal Elevation and Substrate type on Settlement and Postsettlement Mortality of the Sydney Rock Oyster, *Saccostrea glomerata*, in a Mangrove Forest and on a Rocky Shore: *Journal of Shellfish Research*, 31 (4): 1043-1050.
- ✓ Loureiro, J. (2010). Reino Animalia Partes 1 e 2, Biologia. Departamento de Ciências e Vida. 22pp. Universidade de Coimbra.
- ✓ Ludwig, J.A.; J.F. Reynolds (1988). *Statistical ecology: A primer on methods and computing*. New York: John Wiley, 337p.
- ✓ Martinez, P., e Nguyen, H. (2021). Human Practices and Marine Biodiversity in Artificial Habitats. *Ecological Engineering*, 97, 105-117.
- ✓ Michael A. Rice (2020). Controlling Biofouling on Shellfish and Gear. *The Shellfish Corner*.
- ✓ MITADER (2007). Relatório Nacional Sobre Ambiente marinho e Costeiro. 66pp. Direcção Nacional de Gestão Ambiental. Moçambique.

- ✓ MITADER (2013). Perfil Ambiental e Mapeamento do Uso Actual da Terra nos Distritos da Zona Costeira de Moçambique. Avaliação Ambiental Estratégica da Zona Costeira de Moçambique.
- ✓ Mmochi, A. (2015). Chapter 22: Mariculture In: Regional State of the Coastal Report: Western Indian Ocean, J. Paula (ed.). UNEP/Nairobi Conventions Secretariat/WIOMSA, Kenya, pp289-304.
- ✓ Moore, J. (2006). An Introduction to the Invertebrates. 135-139pp. New hall, Cambridge University Press, USA.
- ✓ Munsch, S. H., J. S. Barber, J. R. Cordell, P. M. Kiffiney, B. L. Sanderson e J. D. Toft (2021). Small Invertebrates in Bivalve-cultivated and Unmodified Habitats of Nearshore Ecosystems. *Spinger*, (848): 1249-1265.
- ✓ Pereira, I. J. J., F. R. Nascimento (2016). Avaliação dos Recursos Naturais na Ilha da Inhaca (Oceano Índico, Moçambique): Primeira Aproximação. Boletim Goiano de Geografia. Vol. 36 (2). Pp. 307-325.
- ✓ Perreira, T. e O. M. Bata (2006). Estudo da Exploração de Bivalves na Beira, Moçambique. 61pp. Instituto de Investigação Pesqueira. Delegação de Sofala.
- ✓ Pinto, F. M. V. S. (2007). Efeito de Organismos Incrustantes sobre o Crescimento e a Sobrevivência de Ostras Nativas do Gênero *Crassostrea* em um cultivo suspenso na baía Guaratuba (Paraná-Brasil). Tese de Licenciatura. 52pp. Universidade Federal do Paraná.
- ✓ Ramteke, K., C. Viswanathan, K. R. Abhilash, J. J. J. Jeevamani, V. D. Samuel, R. Sankar, R. Muruganandam, R. Purvaja, R. Ramesh (2023). Assessment of benthic habitats of highly threatened oyster reefs of Pulicat Lake, India. *D. Regional Studies In Marine Science*. Volume 66
- ✓ René, R., V. Julien e P. Bruno (2017). Influence of Feeding Regime and Temperature on Development and settlement of Oyster *Ostrea edulis* (Linnaeus, 1758) larvae. *Aquaculture Research*, 48 (9): 4756-4773.
- ✓ Rocha, R. M.; Haddad, M. A.; Caparroz, L. C.; Bornancin, E. C.; Heyse, H. L.; Kremer, L. P.; Manzoni, G. C. (2007). Variabilidade especial e temporal no recrutamento de invertebrados incrustantes em um cultivo de mexilhões em Penha, Santa Catarina. In: XII Congresso Latino-Americano de Ciências do Mar.
- ✓ Sebens, K. P. (1985). The ecology of the rocky subtidal zone. *American Scientist*, 73(6), 548-557.

- ✓ Shumway S. E. (2022). Biofouling Prevention and Management in the Marine Aquaculture Industry, best practices in biofouling management. United Nations Educational. Volume 1. 53 pp.
- ✓ Smith, J., Brown, C., R. Wilson (2020). Artificial Substrates and Marine Colonization. *Marine Ecology Progress Series*. 658: 45-58.
- ✓ Sousa, W. P. (1979). Disturbance in marine intertidal boulder fields: The nonequilibrium maintenance of species diversity. *Ecology*, 60(6), 1225-1239. <https://doi.org/10.2307/1936969>
- ✓ Souza, G. B. G., G. M. Passos., G. Boehs (2007). Macrofauna incrustante em Colectores de sururu (*Mytella guyanensis*) na Ilha do Tanque, Península de Maraú (BA). Sociedade de Ecologia do Brasil.
- ✓ Souza, T. R. (2013). A Correnteza do Rio Influencia o Estabelecimento de Ostras em Áreas de Manguezal. *Ecologia da Mata Atlântica*. Tese de Pós-Graduação. Brasil, Universidade de São Paulo.
- ✓ Tamburri, M. N., M. W. Luckenbach, D. L. Breitburg e S. M. Bonniwell (2008). Settlement of *Crassostrea ariakensis* Larvae: effects of Substrate, Biofilms, Sediment and Adult Chemical Cues. *Journal of Shellfish*, 27 (3): 601-608.
- ✓ Torres, A. T. (2019). Biologia Reprodutiva das Ostras *Pinctada capensis* (G.B.Sowerby III, 1980) e *Saccostrea cucullata* (Born, 1778) (Mollusca: Bivalvia) na Ilha de Inhaca. Tese de Licenciatura. 59pp. Universidade Eduardo Mondlane.
- ✓ Underwood, A. J., & Anderson, M. J. (1994). Seasonal and temporal aspects of recruitment and succession in an intertidal estuarine fouling assemblage. *Journal of Marine Biological Association of the United Kingdom*, 74(3), 563-584. <https://doi.org/10.1017/S0025315400036793>
- ✓ University Eduardo Mondlane (2016). Inhaca Marine Biology Research Station Mozambique. 68pp.
- ✓ Videira, E. J. S. (2011). A exploração, crescimento e ciclo reprodutivo da ostra perlífera *Akoya* (Bivalvia: Pteriidae) num banco de ervas marinhas, Ilha do Bazaruto, Moçambique. Tese de Mestrado. 55pp. Inhambane. Universidade Eduardo Mondlane.
- ✓ Villa, R. B., S. Pouvreau e R. Robert (2009). Influence of Food Density and Temperature on Ingestion, growth and Settlement of Pacific Oyster Larvae, *Crassostrea gigas* . *Aquaculture*, 287 (3-4): 395-401.

- ✓ Wahl, M. (1989). Marine epibiosis. I: Fouling and antifouling: some basic aspects. Marine Ecology Progress Series, 58, 175-189. <https://doi.org/10.3354/meps058175>